

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006713

International filing date: 30 March 2005 (30.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-110508
Filing date: 02 April 2004 (02.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 2 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 1 0 5 0 8

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 1 0 5 0 8

出 願 人
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2 0 0 5 年 4 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	P007816
【提出日】	平成16年 4月 2日
【あて先】	特許庁長官 殿
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
【氏名】	加藤 清
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
【氏名】	荒井 康行
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
【氏名】	山崎 舜平
【特許出願人】	
【識別番号】	000153878
【氏名又は名称】	株式会社半導体エネルギー研究所
【代表者】	山崎 舜平
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	002543
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

複数のメモリセルを含むメモリセルアレイを有する相変化メモリと、前記相変化メモリを制御する制御回路と、アンテナとを有し、
前記メモリセルアレイは、第 1 の方向に延在するビット線と、前記第 1 の方向と垂直な第 2 の方向に延在するワード線とを複数有し、
前記複数のメモリセルの各々は、前記ビット線と前記ワード線の間に設けられた相変化層を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

複数のメモリセルを含むメモリセルアレイを有する相変化メモリと、前記相変化メモリを制御する制御回路と、アンテナとを有し、
前記メモリセルアレイは、第 1 の方向に延在するビット線と、前記第 1 の方向と垂直な第 2 の方向に延在するワード線とを複数有し、
前記複数のメモリセルの各々は、前記ビット線と前記ワード線の間に設けられた相変化層を有し、
前記ビット線を構成する導電層と前記ワード線を構成する導電層の一方又は両方は透光性を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化層は、結晶状態と非晶質状態の間で可逆的に変化する材料を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化層は、ゲルマニウム（G e）、テルル（T e）、アンチモン（S b）、硫黄（S）、酸化テルル（T e O x）、S n（スズ）、金（A u）、ガリウム（G a）、セレン（S e）、インジウム（I n）、タリウム（T l）、C o（コバルト）及び銀（A g）から選択された複数を有する材料であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化層は、第 1 の結晶状態と第 2 の結晶状態の間で可逆的に変化する材料を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化層は、銀（A g）、亜鉛（Z n）、銅（C u）、アルミニウム（A l）、ニッケル（N i）、インジウム（I n）、アンチモン（S b）、セレン（S e）及びテルル（T e）から選択された複数を有する材料であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化層は、非晶質状態から結晶状態にのみ変化する材料を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化層は、テルル（T e）、酸化テルル（T e O x）、アンチモン（S b）、セレン（S e）及びビスマス（B i）から選択された複数を有する材料であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】

請求項 1 又は請求項 2 において、DRAM（D y n a m i c R a n d o m A c c e s s M e m o r y）、SRAM（S t a t i c R a n d o m A c c e s s M e m o r y）、FRAM（F e r r o e l e c t r i c R a n d o m A c c e s s M e m o r y）、マスクROM（R e a d O n l y M e m o r y）、PROM（P r o g r a m m a b l e R e a d O n l y M e m o r y）、EPROM（E l e c t r i c a l l y P r o g r a m m a b l e R e a d O n l y M e m o r y）、EEPROM（E l e c t r i c a l l y E r a s a b l e R e a d O n l y M e m o r y）及びフラッシュメモリから選択された 1 つ又は複数を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 0】

請求項 1 又は請求項 2 において、電源回路、クロック発生回路、データ復調／変調回路及びインターフェイス回路から選択された 1 つ又は複数を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化メモリと前記制御回路は、ガラス基板上に設けられることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記相変化メモリと前記制御回路は、可撓性基板上に設けられることを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記制御回路は、薄膜トランジスタを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 1 4】

複数のメモリセルを含むメモリセルアレイを有する相変化メモリと、前記相変化メモリを制御する制御回路と、アンテナとを有し、

前記メモリセルアレイは、第 1 の方向に延在するビット線と、前記第 1 の方向と垂直な第 2 の方向に延在するワード線とを複数有し、

前記複数のメモリセルの各々は、前記ビット線と前記ワード線の間に設けられた相変化層を有し、

前記ビット線と前記ワード線の間に電圧を印加することにより、前記相変化層の相を変化させてデータの書き込みを行い、

前記ビット線と前記ワード線の間に電圧を印加することにより、前記相変化層の相の状態を読み取ることでデータの読み出しを行うことを特徴とする半導体装置の駆動方法。

【請求項 1 5】

複数のメモリセルを含むメモリセルアレイを有する相変化メモリと、前記相変化メモリを制御する制御回路と、アンテナとを有し、

前記メモリセルアレイは、第 1 の方向に延在するビット線と、前記第 1 の方向と垂直な第 2 の方向に延在するワード線とを複数有し、

前記複数のメモリセルの各々は、前記ビット線と前記ワード線の間に設けられた相変化層を有し、

前記ビット線を構成する導電層と前記ワード線を構成する導電層の一方又は両方は透光性を有し、

前記第 1 の導電層又は前記第 2 の導電層を介して光を照射することにより、前記相変化層の相を変化させてデータの書き込みを行い、

前記ビット線と前記ワード線の間に電圧を印加することにより、前記相変化層の相の状態を読み取ることでデータの読み出しを行うことを特徴とする半導体装置の駆動方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置及びその駆動方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、データの送受信が可能な半導体装置及びその駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電磁界又は電波を利用して、非接触でデータを送受信する半導体装置の開発が進められており、これらの半導体装置は、RF (Radio Frequency) タグ、無線タグ、電子タグ、トランスポンダ等と呼ばれる。現在実用化されている半導体装置は、半導体基板を用いた回路 (IC (Integrated Circuit) チップとも呼ばれる) とアンテナとを有するものが殆どであり、当該 IC チップにはメモリや制御回路が作り込まれている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

非接触でデータの送受信が可能な半導体装置は、鉄道乗車カードや電子マネーカードなどの一部では普及しているが、さらなる普及のためには、安価な半導体装置を提供することが急務の課題であった。上記の実情を鑑み、本発明は、単純な構造のメモリを含む半導体装置を提供して、安価な半導体装置及びその駆動方法の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の半導体装置は、複数のメモリセルを含むメモリセルアレイを有する相変化メモリと、相変化メモリを制御する制御回路と、アンテナとを有し、メモリセルアレイは第1の方向に延在するビット線と第1の方向と垂直な第2の方向に延在するワード線とを複数有し、複数のメモリセルの各々はビット線とワード線の間に設けられた相変化層を有することを特徴とする。上記構成を有する半導体装置において、ビット線を構成する導電層と、ワード線を構成する導電層の一方又は両方は透光性を有することを特徴とする。

【0005】

相変化層は結晶状態と非晶質状態の間で可逆的に変化する材料を有し、例えば、ゲルマニウム (Ge)、テルル (Te)、アンチモン (Sb)、硫黄 (S)、酸化テルル (TeO_x)、Sn (スズ)、金 (Au)、ガリウム (Ga)、セレン (Se)、インジウム (In)、タリウム (Tl)、Co (コバルト) 及び銀 (Ag) から選択された複数を有する材料であることを特徴とする。

【0006】

また、相変化層は第1の結晶状態と第2の結晶状態の間で可逆的に変化する材料を有し、例えば、銀 (Ag)、亜鉛 (Zn)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、ニッケル (Ni)、インジウム (In)、アンチモン (Sb)、セレン (Se) 及びテルル (Te) から選択された複数を有する材料であることを特徴とする。

【0007】

また、相変化層は非晶質状態から結晶状態にのみ変化する材料を有し、例えば、テルル (Te)、酸化テルル (TeO_x)、アンチモン (Sb)、セレン (Se) 及びビスマス (Bi) から選択された複数を有する材料であることを特徴とする。

【0008】

また、本発明の半導体装置は、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、SRAM (Static Random Access Memory)、FRAM (Ferroelectric Random Access Memory)、マスクROM (Read Only Memory)、PROM (Programmable Read Only Memory)、EPROM (Electrically Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Elect

rically Erasable Read Only Memory) 及びフラッシュメモリから選択された1つ又は複数を有することを特徴とする。

【0009】

また、本発明の半導体装置は、電源回路、クロック発生回路、データ復調／変調回路及びインターフェイス回路から選択された1つ又は複数を有することを特徴とする半導体装置。

【0010】

また、上記構成を有する半導体装置において、相変化メモリと制御回路はガラス基板上に設けられることを特徴とする。また、相変化メモリと制御回路は可撓性基板上に設けられることを特徴とする。また、制御回路は薄膜トランジスタを含むことを特徴とする。

【0011】

上記構成を有する半導体装置の駆動方法は、ビット線とワード線の間に電圧を印加することにより相変化層の相を変化させてデータの書き込みを行い、ビット線とワード線の間に電圧を印加することにより、相変化層の相の状態を読み取ることでデータの読み出しを行うことを特徴とする。

【0012】

また、第1の導電層又は第2の導電層を介して光を照射することにより相変化層の相を変化させてデータの書き込みを行い、ビット線とワード線の間に電圧を印加することにより、相変化層の相の状態を読み取ることでデータの読み出しを行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

上記構成を有する本発明は、単純な構造である相変化メモリを含む半導体装置を提供することで、安価な半導体装置及びその駆動方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなく、その形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する本発明の構成において、同じものを指す符号は異なる図面間で共通して用いる。

【0015】

本発明の半導体装置20は、非接触でデータを交信する機能を有し、電源回路11、クロック発生回路12、データ復調／変調回路13、他の回路を制御する制御回路14、インターフェイス回路15、メモリ16、データバス17、アンテナ（アンテナコイル）18を有する（図1（A）参照）。電源回路11は、アンテナ18から入力された交流信号を基に、半導体装置の内部の各回路に供給する各種電源を生成する回路である。クロック発生回路12は、アンテナ18から入力された交流信号を基に、半導体装置内の各回路に供給する各種クロック信号を生成する回路である。データ復調／変調回路13は、リーダライタ19と交信するデータを復調／変調する機能を有する。制御回路14は、相変化メモリ16を制御する機能を有する。アンテナ18は、電磁界或いは電波の送受信を行う機能を有する。リーダライタ19は、半導体装置との交信、制御及びそのデータに関する処理を制御する。なお、半導体装置は上記構成に制約されず、例えば、電源電圧のリミッタ回路や暗号処理専用ハードウェアといった他の要素を追加した構成であってもよい。

【0016】

メモリ16は相変化メモリを含むことを特徴とする。メモリ16は相変化メモリのみを含んでいてもよいし、他の構成のメモリを含んでいてもよい。相変化メモリは、記録用薄膜の相変化を利用したものであり、当該記録用薄膜の相変化は、光又は電氣的作用を加えて生じるものである。

なお相変化メモリ以外に設けられる他の構成のメモリとは、例えば、DRAM、SRAM、FRAM、マスクROM、PROM、EPROM、EEPROM及びフラッシュメモリ

から選択される１つ又は複数である。

【００１７】

次に、相変化メモリの構成について説明する（図１（Ｂ）参照）。相変化メモリは、メモリセル２１がマトリクス状に設けられたメモリセルアレイ２２、デコード２３、２４、セクタ２５、読み出し／書き込み回路２６を有する。

【００１８】

メモリセル２１は、ビット線 B_x ($1 \leq x \leq m$)を構成する第１の導電層と、ワード線 W_y ($1 \leq y \leq n$)を構成する第２の導電層と、相変化層とを有する。相変化層は、第１の導電層と第２の導電層の間に設けられる。図１（Ｂ）において、第１の導電層と第２の導電層と相変化層との積層体は、抵抗素子を表現する回路記号で示す。

【００１９】

次に、メモリセルアレイ２２を実際に作成したときの上面構造と断面構造について説明する（図２（Ａ）（Ｂ）参照）。メモリセルアレイ２２は、絶縁表面を有する基板３０上に、第１の方向に延在する第１の導電層２７と、第１の方向と垂直な第２の方向に延在する第２の導電層２８と、相変化層２９とを有する。第１の導電層２７と第２の導電層２８は、ストライプ状に、互いに交差するように形成される。隣接する相変化層２９の間には、絶縁層３３が設けられる。また、第２の導電層２８に接するように、保護層として機能する絶縁層３４が設けられる。

【００２０】

基板３０は、ガラス基板や可撓性基板の他、石英基板、シリコン基板、金属基板、ステンレス基板等を用いる。可撓性基板とは、フレキシブルな折り曲げることができる基板のことであり、例えば、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルフォン等からなるプラスチック基板等が挙げられる。第１の導電層２７と第２の導電層２８は、アルミニウム（Ａｌ）、銅（Ｃｕ）、銀（Ａｇ）等の公知の導電性材料を用いて形成する。

光によりデータの書き込みを行う場合、第１の導電層２７と第２の導電層２８のうち、一方又は両方は透光性を有する。透光性を有する導電層は、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ）等の透明な導電性材料を用いて形成するか、又は、透明な導電性材料でなくても、光を透過する厚さで形成する。

【００２１】

相変化層２９は、結晶状態と非晶質状態の間で可逆的に変化する材料を有する。又は、相変化層２９は第１の結晶状態と第２の結晶状態の間で可逆的に変化する材料を有する。又は、相変化層２９は非晶質状態から結晶状態にのみ変化する材料を有する。可逆的な材料を用いる場合、データの読み出しとデータの書き込みを行うことができる。一方、不可逆的な材料を用いる場合は、データの読み出ししか行うことができない。このように、材料の種類によっては、相変化メモリは、読み出し専用メモリ又は読み出し／書き込みメモリになりうるため、半導体装置の用途に従って、相変化層２９に用いる材料を適宜選択する。

【００２２】

結晶状態と非晶質状態の間で可逆的に変化する材料とは、ゲルマニウム（Ｇｅ）、テルル（Ｔｅ）、アンチモン（Ｓｂ）、硫黄（Ｓ）、酸化テルル（ T_eO_x ）、Ｓｎ（スズ）、金（Ａｕ）、ガリウム（Ｇａ）、セレン（Ｓｅ）、インジウム（Ｉｎ）、タリウム（Ｔｌ）、Ｃｏ（コバルト）及び銀（Ａｇ）から選択された複数を有する材料であり、例えば、 $Ge-Te-Sb-S$ 、 $Te-TeO_2-Ge-Sn$ 、 $Te-Ge-Sn-Au$ 、 $Ge-Te-Sn$ 、 $Sn-Se-Te$ 、 $Sb-Se-Te$ 、 $Sb-Se$ 、 $Ga-Se-Te$ 、 $Ga-Se-Te-Ge$ 、 $In-Se$ 、 $In-Se-Tl-Co$ 、 $Ge-Sb-Te$ 、 $In-Se-Te$ 、 $Ag-In-Sb-Te$ 系材料が挙げられる。

第１の結晶状態と第２の結晶状態の間で可逆的に変化する材料とは、銀（Ａｇ）、亜鉛（Ｚｎ）、銅（Ｃｕ）、アルミニウム（Ａｌ）、ニッケル（Ｎｉ）、インジウム（Ｉｎ）、アンチモン（Ｓｂ）、セレン（Ｓｅ）及びテルル（Ｔｅ）から選択された複数を有する材料であり、例えば、 $Te-TeO_2$ 、 $Te-TeO_2-Pd$ 、 Sb_2Se_3/Bi_2Te_3 が挙

げられる。この材料の場合、相変化は2つの異なる結晶状態の間で行われる。非晶質状態から結晶状態にのみ変化する材料とは、テルル（Te）、酸化テルル（TeO_x）、アンチモン（Sb）、セレン（Se）及びビスマス（Bi）から選択された複数を有する材料であり、例えば、Ag-Zn、Cu-Al-Ni、In-Sb、In-Sb-Se、In-Sb-Teが挙げられる。

【0023】

また、上記構成とは異なる構成として、第1の導電層27と相変化層29の間に、整流性を有する素子を設けてもよい（図2（D）参照）。整流性を有する素子とは、ゲート電極とドレイン電極を接続したトランジスタ、又はダイオードである。ここでは、半導体層44、45を含むPN接合ダイオードを設けた場合を示す。半導体層44、45のうち、一方はN型半導体であり、他方はP型半導体である。このように、整流性があるダイオードを設けることにより、1つの方向にしか電流が流れないために、誤差が減少し、読み出しマージンが向上する。なお、ダイオードを設ける場合、PN接合を有するダイオードではなく、PIN接合を有するダイオードやアバランシェダイオード等の、他の構成のダイオードを用いてもよい。

【0024】

上記の通り、相変化メモリは、一対の導電層間に相変化層を有する単純な構成を有するため、作成工程が単純であり、安価な半導体装置の提供を可能とする。また、相変化メモリは、不揮発性メモリであるため、データを保持するための電池を内蔵する必要がなく、小型、薄型、軽量の半導体装置の提供を実現する。また、相変化層29として不可逆的な材料を用いれば、データの書き換えを行うことはできない。そうすると、偽造を防止し、セキュリティを確保した半導体装置を提供することができる。

【0025】

次に、相変化メモリにデータの書き込みを行う際の動作について説明する。データの書き込みは、光又は電気的作用により行うが、まず、電気的作用によりデータの書き込みを行う場合について説明する（図1（B）参照）。この場合、デコード23、24、セレクト25により、1つのメモリセル21を選択し、その後、読み出し／書き込み回路26を用いて、当該メモリセル21にデータを書き込む。具体的には、第1の導電層27と第2の導電層28の間に電圧を印加して、相変化層29の相を変えることにより、データの書き込みを行う。

【0026】

次に、光によりデータの書き込みを行う場合について説明する（図2（B）（C）参照）。この場合、透光性を有する導電層側（ここでは第2の導電層28とする）から、相変化層29にレーザ光を照射することにより行う。相変化層29は、レーザ光の照射により、その構造に結晶学的な相変化が起こる。このように、レーザ光の照射により、相変化層29の相が変わることを活用して、データの書き込みを行う。

例えば、「1」のデータを書き込む際は、相変化層29にレーザ光を照射して、結晶化温度以上に加熱した後、徐冷することにより、相変化層29を結晶状態にする。一方、「0」のデータを書き込む際は、相変化層29にレーザ光を照射して、融点以上に加熱昇温して溶融した後、急冷することにより、相変化層29を非晶質状態にする。

【0027】

相変化層29の相の変化は、メモリセル21の大きさによるが、 μm オーダの径に絞ったレーザ光の照射により実現する。例えば、径が $1\mu\text{m}$ のレーザビームが 10m/s の線速度で通過するとき、1つのメモリセル21が含む相変化層にレーザ光が照射される時間は 100ns となる。 100ns という短い時間内で相を変化させるためには、レーザパワーは 10mW 、パワー密度は 10kW/mm^2 とするとよい。

【0028】

なお、相変化層29に対するレーザ光の照射は、全てのメモリセル21に対して行ってもよいし、選択的に行ってもよい。例えば、形成したばかりの相変化層29が非晶質状態の場合、非晶質状態のままにするとときはレーザ光を照射せず、結晶状態に変化させるときは

レーザ光を照射するとよい（図 2（C）参照）。つまり、レーザ光を選択的に照射することで、データの書き込みを行ってもよい。このように、レーザ光を選択的に照射する場合は、パルス発振のレーザ照射装置を用いて行うとよい。

【0029】

上記の通り、レーザ光の照射によりデータの書き込みを行う本発明の構成は、半導体装置を簡単に大量に作成することができる。従って、安価な半導体装置を提供することができる。

【0030】

続いて、相変化メモリにデータの読み出しを行う際の動作について説明する（図 1（B）、図 9 参照）。ここでは、読み出し／書き込み回路 26 は、抵抗素子 46 とセンスアンプ 47 を含む構成とする。但し、読み出し／書き込み回路 26 の構成は上記構成に制約されず、どのような構成を有していてもよい。

データの読み出しは、第 1 の導電層 27 と第 2 の導電層 28 の間に電圧を印加して、相変化層 29 の相の状態を読み取ることにより行う。具体的には、相変化層 29 の相が非晶質状態のときの抵抗値 R_a と、相変化層 29 の相が結晶状態のときの抵抗値 R_b は $R_a > R_b$ を満たす。このような抵抗値の相違を電氣的に読み取ることにより、データの読み出しを行う。例えば、メモリセルアレイ 22 が含む複数のメモリセル 21 から、x 列目 y 行目に配置されたメモリセル 21 のデータの読み出しを行う場合、まず、デコード 23、24、セクタ 25 により、x 列目のビット線 B_x と、y 行目のワード線 W_y を選択する。そうすると、メモリセル 21 が含む相変化層と、抵抗素子 46 とは、直列に接続された状態となる。このように、直列に接続された 2 つの抵抗素子の両端に電圧が印加されると、ノード α の電位は、相変化層 29 の抵抗値 R_a 又は R_b に従って、抵抗分割された電位となる。そして、ノード α の電位は、センスアンプ 47 に供給され、当該センスアンプ 47 において、「0」と「1」のどちらの情報を有しているかを判別される。その後、センスアンプ 47 において判別された「0」と「1」の情報を含む信号が外部に供給される。

【0031】

上記の方法によると、相変化層 29 の相の状態は、抵抗値の相違と抵抗分割を利用して、電圧値で読み取っている。しかしながら、電流値を比較する方法でもよい。これは、相変化層 29 の相が非晶質状態のときの電流値 I_a と、相変化層 29 の相が結晶状態のときの電流値 I_b とは、 $I_a > I_b$ を満たすことを利用するものである。

【実施例 1】

【0032】

本発明の半導体装置 20 が含む相変化メモリに対するデータの書き込みは、光又は電氣的作用により行う。光によりデータの書き込みを行う場合、可撓性基板 31 上に半導体装置 20 を複数形成し、続いて、レーザ光照射手段 32 により、レーザ光を照射すれば、データの書き込みを連続的に簡単に行うことができる。また、このような作製プロセスを採用すれば、半導体装置 20 を簡単に大量に作成することができる（図 3（A）参照）。従って、安価な半導体装置 20 を提供することができる。

【0033】

また、相変化メモリの相変化層は、融点以上に加熱昇温して溶融すると第 1 の状態（例えば非晶質状態）が得られ、結晶化温度以上に加熱すると第 2 の状態（例えば結晶状態）が得られる。つまり、データの書き込みは、加熱温度を使い分ければ、加熱処理により行うこともできる。従って、加熱温度の使い分けを利用した作製プロセスを用いてもよい。例えば、半導体装置を複数形成した可撓性基板 31 をロール 51 にする（図 3（B）参照）。そして、加熱手段 52 により、加熱処理の際の加熱温度を使い分けることにより、データの書き込みを行ってもよい。加熱手段 52 は、制御手段 53 により制御する。

【実施例 2】

【0034】

本発明の半導体装置は、非接触でのデータの読み出しと書き込みが可能であることを特徴としており、データの伝送形式は、一対のコイルを対向配置して相互誘導によって交信を

行う電磁結合方式、誘導電磁界によって交信する電磁誘導方式、電波を利用して交信する電波方式の3つに大別されるが、いずれの方式を用いてもよい。データの伝送に用いるアンテナ18は2通りの設け方があり、1つは複数の素子が設けられた基板36上にアンテナ18を設ける場合（図4（A）（C）参照）、もう1つは複数の素子が設けられた基板36上に端子部37を設けて、当該端子部37に接続するようにアンテナ18を設ける場合（図4（B）（D）参照）である。ここでは、基板36上に設けられた複数の素子を素子群35と呼ぶ。

【0035】

前者の構成（図4（A）（C））の場合、基板36上に、素子群35と、アンテナ18として機能する導電層とを設ける。図示する構成では、第2の導電層28と同じレイヤーに、アンテナ18として機能する導電層を設けている。しかしながら、本発明は上記構成に制約されず第1の導電層27と同じレイヤーにアンテナ18を設けてもよいし、素子群35を覆うように絶縁膜を設けて、当該絶縁膜上にアンテナ18を設けてもよい。

【0036】

後者の構成（図4（B）（D））の場合、基板36上に、素子群35と、端子部37を設ける。図示する構成では、第2の導電層28と同じレイヤーに設けた導電層を端子部37として用いている。そして、端子部37に接続するように、アンテナ18が設けられた基板38を貼り合わせている。基板36と基板38の間には、導電性粒子39と樹脂40が設けられている。

【0037】

素子群35は、大きな面積の基板上に複数形成し、その後、分断することで完成させれば、安価なものを提供することができる。このときに用いる基板としては、ガラス基板、フレキシブル基板等が挙げられる。

素子群35が含む複数のトランジスタは、複数の層に渡って設けられていてもよい。つまり、多層に形成していてもよい。複数の層に渡る素子群35を形成する際には、層間絶縁膜を用いるが、当該層間絶縁膜の材料として、エポキシ樹脂やアクリル樹脂等の樹脂材料、透過性を有するポリイミド樹脂等の樹脂材料、シロキサン系ポリマー等の重合によってできた化合物材料、水溶性ホモポリマーと水溶性共重合体を含む材料、無機材料を用いるとよい。

シロキサン系の化合物材料とは、珪素と酸素との結合で骨格構造が構成され置換基に少なくとも水素を含む材料、又は、置換基にフッ素、アルキル基、又は芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料が挙げられる。

層間絶縁膜の材料として、層間で発生する寄生容量の減少を目的として、低誘電率材料を用いるとよい。寄生容量が減少すれば、高速の動作を実現し、また、低消費電力化を実現する。

素子群35が含む複数のトランジスタは、非晶質半導体、微結晶半導体、マイクロクリスタル半導体、多結晶半導体、有機半導体等のいずれの半導体を活性層として用いてもよいが、良好な特性のトランジスタを得るために、金属元素を触媒として結晶化した活性層、レーザ照射法により結晶化した活性層を用いるとよい。また、プラズマCVD法により、 SiH_4/F_2 ガス、 SiH_4/H_2 ガス（Arガス）を用いて形成した半導体層や、前記半導体層にレーザ照射を行ったものを活性層として用いるとよい。

また、素子群35が含む複数のトランジスタは、200度から600度の温度（好適には350度から500度）で結晶化した結晶質半導体層（低温ポリシリコン層）や、600度以上の温度で結晶化した結晶質半導体層（高温ポリシリコン層）を用いることができる。なお、基板上に高温ポリシリコン層を作成する場合は、ガラス基板では熱に脆弱な場合があるので、石英基板を使用するとよい。

素子群35が含むトランジスタの活性層（特にチャネル形成領域）には、 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3 \sim 1 \times 10^{22} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度、好適には $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3 \sim 5 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度で、水素又はハロゲン元素を添加するとよい。そうすると、欠陥が少なく、クラックが生じにくい活性層を得ることができる。

また、素子群35が含むトランジスタを包むように、又は素子群35自身を包むように、アルカリ金属等の汚染物質をブロックするバリア膜を設けるとよい。そうすると、汚染されることがなく、信頼性が向上した素子群35を提供することができる。なおバリア膜としては、窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜又は酸化窒化珪素膜等が挙げられる。

また、素子群35が含むトランジスタの活性層の厚さは、20nm～200nm、好ましくは40nm～170nm、さらに好ましくは45nm～55nm、145nm～155nm、さらに好ましくは50nm、150nmとするとよい。そうすると、折り曲げても、クラックが生じにくい素子群35を提供することができる。

また、素子群35が含むトランジスタの活性層を構成する結晶は、キャリアの流れる方向（チャネル長方向）と平行に延びる結晶粒界を有するように形成するとよい。このような活性層は、連続発振レーザ（CWL Cと略記することができる）や、10MHz以上、好ましくは60～100MHzで動作するパルスレーザで形成するとよい。

また、素子群35が含むトランジスタのS値（サブスレッシュホールド値）は0.35V/sec以下（好ましくは0.09～0.25V/sec）、移動度10cm²/Vs以上の特性を有するとよい。このような特性は、活性層を、連続発振レーザや、10MHz以上で動作するパルスレーザで形成すれば、実現する。

また、素子群35は、リングオシレータレベルで1MHz以上、好適には10MHz以上（3～5Vにて）の特性を有する。又は、ゲートあたりの周波数特性を100kHz以上、好適には1MHz以上（3～5Vにて）を有する。

【0038】

アンテナ18は、金、銀、銅などのナノ粒子を含む導電性ペーストにより、液滴吐出法を用いて形成するとよい。液滴吐出法は、インクジェット法やディスプレイ方式等の液滴を吐出してパターンを形成する方式の総称であり、材料の利用効率を向上することができるといった、様々な利点を有する。

【0039】

また、素子群35が設けられた基板42をそのまま使用してもよいが、付加価値をつけるために、基板42上の素子群35を剥離し（図5（A）参照）、当該素子群35をフレキシブル基板43に貼り合わせてもよい（図5（B）参照）。

【0040】

基板42からの素子群35の剥離は、（1）耐熱性の高い基板42と素子群35の間に金属酸化膜を設け、当該金属酸化膜を結晶化により脆弱化して、当該素子群35を剥離する方法、（2）耐熱性の高い基板42と素子群35の間に水素を含む非晶質珪素膜を設け、レーザ光の照射またはエッチングにより当該非晶質珪素膜を除去することで、当該素子群35を剥離する方法、（3）素子群35が形成された耐熱性の高い基板42を機械的に削除又は溶液やCF₃等のガスによるエッチングで除去することで、当該素子群35を切り離す方法等を用いればよい。また、剥離した素子群35のフレキシブル基板43への貼り付けは、市販の接着剤を用いればよく、例えば、エポキシ樹脂系接着剤や樹脂添加剤等の接着材を用いればよい。

【0041】

上記のように、素子群35をフレキシブル基板43に貼り合わせると、厚さが薄く、軽く、落下しても割れにくい半導体装置を提供することができる。また、フレキシブル基板43は可撓性を有するため、曲面や異形の形状上に貼り合わせることが可能となり、多種多様の用途が実現する。例えば、薬の瓶のような曲面上に、本発明の半導体装置20の一形態である無線タグを密着して貼り合わせることができる（図5（C）（D）参照）。さらに、基板42を再利用すれば、安価な半導体装置の提供を実現する。本実施例は、上記の実施の形態、実施例と自由に組み合わせることができる。

【実施例3】

【0042】

本実施例は、剥離プロセスを用いて、フレキシブルな無線タグを構成する場合について説明する（図6（A）参照）。無線タグは、フレキシブルな保護層2301と、アンテナ2

304を含むフレキシブルな保護層2303と、剥離プロセスにより形成する素子群2302とを有する。保護層2303上に形成されたアンテナ2304は、素子群2302に電氣的に接続する。図示する構成では、アンテナ2304は保護層2303上にのみ形成されているが、本発明はこの構成に制約されず、アンテナ2304を保護層2301上にも形成してもよい。なお、素子群2302と、保護層2301、2303との間には、窒化珪素膜等からなるバリア膜を形成するとよい。そうすると、素子群2302が汚染されることなく、信頼性を向上させた無線タグを提供することができる。

【0043】

アンテナ2304は、銀、銅、またはそれらでメッキされた金属であることが望ましい。素子群2302とアンテナ2304とは、異方性導電膜を用いてUV処理又は超音波処理を行うことで接続するが、本発明はこの方法に制約されず、様々な方法を用いることができる。

【0044】

保護層2301、2303に挟まれた素子群2302の厚さは、 $5\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.1\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ の厚さを有するように形成するとよい（断面構造を示す図6（B）参照）。また、保護層2301、2303を重ねたときの厚さを d としたとき、保護層2301、2303の厚さは、好ましくは $(d/2)\pm 30\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $(d/2)\pm 10\mu\text{m}$ とする。また、保護層2301、2303の厚さは $10\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ であることが望ましい。さらに、素子群2302の面積は 5mm^2 （ 25mm^2 ）以下であり、望ましくは $0.3\text{mm}^2\sim 4\text{mm}^2$ （ $0.09\text{mm}^2\sim 16\text{mm}^2$ ）の面積を有するとよい。

【0045】

保護層2301、2303は、有機樹脂材料で形成されているため、折り曲げに対して強い特性を有する。また、剥離プロセスにより形成した素子群2302自体も、単結晶半導体に比べて、折り曲げに対して強い特性を有する。そして、素子群2302と、保護層2301、2303とは空隙がないように、密着させることができるため、完成した無線タグ自体も折り曲げに対して強い特性を有する。このような保護層2301、2303で囲われた素子群2302は、他の個体物の表面または内部に配置しても良いし、紙の中に埋め込んでも良い。

【0046】

剥離プロセスにより形成する素子群を、曲面を有する基板に貼る場合について説明する（図6（C）参照）。図面では、剥離プロセスにより形成する素子群から選択された1つのトランジスタを図示する。このトランジスタは、電流が流れる方向に直線状である。つまり、ドレイン電極2305～ゲート電極2307～ソース電極2306の位置は直線状である。そして、電流が流れる方向と、基板が弧を描く方向は垂直に配置される。このような配置にすれば、基板が折り曲げられて、弧を描いても、応力の影響が少なく、素子群が含むトランジスタの特性の変動を抑制することができる。

【0047】

また、応力を起因とした、トランジスタなどのアクティブ素子の破壊を防止するために、アクティブ素子の活性領域（シリコンアイランド部分）の面積は、基板全体の面積に対して、 $5\%\sim 50\%$ （好ましくは $1\sim 30\%$ ）にすることが望ましい。TFETなどのアクティブ素子の存在しない領域には、下地絶縁膜材料、層間絶縁膜材料及び配線材料が主として設けられる。トランジスタ等の活性領域以外の面積は、基板全体の面積の 60% 以上であることが望ましい。このようにすると、曲げやすく、しかしながら高い集積度を有する半導体装置を提供することができる。本実施例は、上記の実施の形態、実施例と自由に組み合わせることができる。

【実施例4】

【0048】

本発明の半導体装置の用途は広範にわたるが、例えば、本発明の半導体装置20の一形態である無線タグは、紙幣、硬貨、有価証券類、証書類、無記名債券類、包装用容器類、書

籍類、記録媒体、身の回り品、乗物類、食品類、衣類、保健用品類、生活用品類、薬品類及び電子機器等に設けて使用することができる。

【0049】

紙幣、硬貨とは、市場に流通する金銭であり、特定の地域で貨幣と同じように通用するもの（金券）、記念コイン等を含む。有価証券類とは、小切手、証券、約束手形等を指す（図7（A）参照）。証書類とは、運転免許証、住民票等を指す（図7（B）参照）。無記名債券類とは、切手、おこめ券、各種ギフト券等を指す（図7（C）参照）。包装用容器類とは、お弁当等の包装紙、ペットボトル等を指す（図7（D）参照）。書籍類とは、書物、本等を指す（図7（E）参照）。記録媒体とは、DVDソフト、ビデオテープ等を指す（図7（F）参照）。身の回り品とは、鞆、眼鏡等を指す（図7（G）参照）。乗物類とは、自転車等の車両、船舶等を指す（図7（H）参照）。食品類とは、食料品、飲料等を指す。衣類とは、衣服、履物等を指す。保健用品類とは、医療器具、健康器具等を指す。生活用品類とは、家具、照明器具等を指す。薬品類とは、医薬品、農薬等を指す。電子機器とは、液晶表示装置、EL表示装置、テレビジョン装置（テレビ受像機、薄型テレビ受像機）、携帯電話等を指す。

【0050】

紙幣、硬貨、有価証券類、証書類、無記名債券類等に無線タグを設けることにより、偽造を防止することができる。また、包装用容器類、書籍類、記録媒体等、身の回り品、食品類、生活用品類、電子機器等に無線タグを設けることにより、検品システムやレンタル店のシステムなどの効率化を図ることができる。乗物類、保健用品類、薬品類等に無線タグを設けることにより、偽造や盗難の防止、薬品類ならば、薬の服用の間違いを防止することができる。無線タグの設け方としては、物品の表面に貼ったり、物品に埋め込んだりして設ける。例えば、本ならば紙に埋め込んだり、有機樹脂からなるパッケージなら当該有機樹脂に埋め込んだりするとよい。

【0051】

このように、物の管理や流通のシステムに応用することで、システムの高機能化を図ることができる。例えば、表示部94を含む携帯端末の側面にリーダライタ95を設けて、品物97の側面に本発明の半導体装置の一形態である無線タグ96を設ける場合が挙げられる（図8（A）参照）。この場合、リーダライタ95に無線タグ96をかざすと、表示部94に品物97の原材料や原産地、流通過程の履歴等の情報が表示されるシステムになっている。また、別の例として、ベルトコンベアの脇にリーダライタ95を設ける場合が挙げられる（図8（B）参照）。この場合、品物97の検品を簡単に行うことができる。本実施例は、上記の実施の形態、実施例と自由に組み合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

- 【図1】 本発明の半導体装置及びその駆動方法を説明する図。
- 【図2】 本発明の半導体装置及びその駆動方法を説明する図。
- 【図3】 本発明の半導体装置を説明する図。
- 【図4】 本発明の半導体装置の作製工程の一例を説明する図。
- 【図5】 本発明の半導体装置を説明する図。
- 【図6】 本発明の半導体装置を説明する図。
- 【図7】 本発明の半導体装置の使用形態を説明する図。
- 【図8】 本発明の半導体装置の使用形態を説明する図。
- 【図9】 本発明の半導体装置及びその駆動方法を説明する図。

【符号の説明】

【0053】

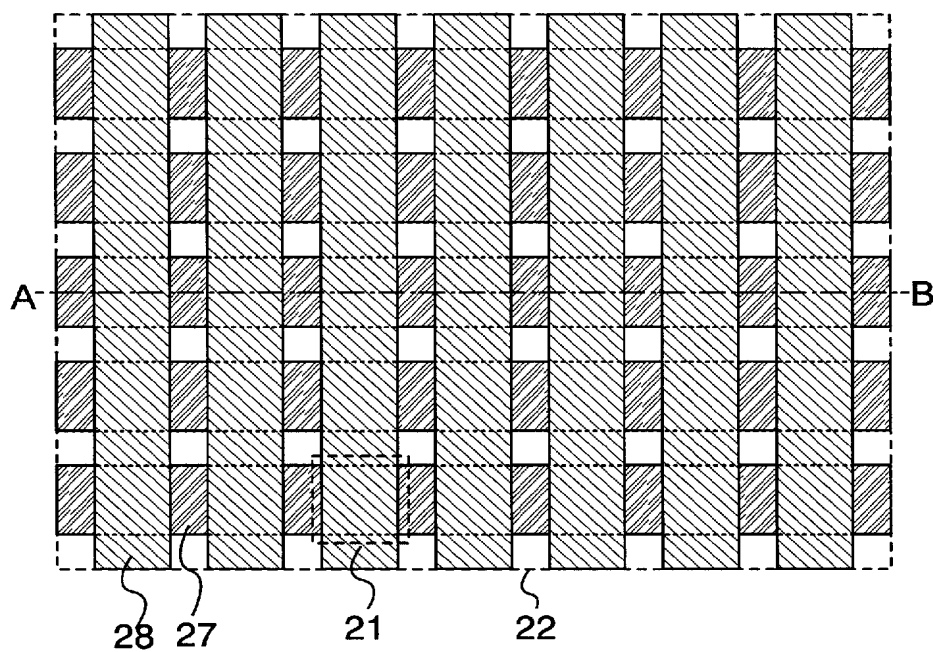
11 電源回路、12 クロック発生回路、13 データ復調／変調回路、14 制御回路、15 インターフェイス回路、16 メモリ、17 データバス、18 アンテナ、19 リーダライタ、20 半導体装置、21 メモリセル、22 メモリセルアレイ、

23 デコーダ、24 デコーダ、25 セレクタ、26 読み出し／書き込み回路、27 第1の導電層、28 第2の導電層、29 相変化層、30 基板、31 可撓性基板、32 レーザ光照射手段、33 絶縁層、34 絶縁層、35 素子群、36 基板、37 端子部、38 基板、40 樹脂、42 基板、43 フレキシブル基板、44 半導体層、45 半導体層、46 抵抗素子、47 センスアンプ、51 ロール、52 加熱手段、53 制御手段。94 表示部、95 リーダライタ、96 無線タグ、97 品物。2301 保護層、2302 素子群、2303 保護層、2304 アンテナ、2305 電極、2306 電極、2307 電極。

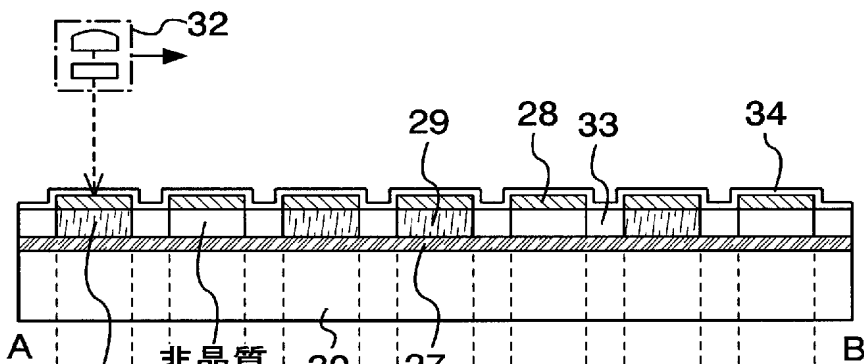
The diagram illustrates a system architecture. On the left, a block labeled 19 is connected to a dashed box labeled 20. Inside box 20, there are three parallel processing paths. Each path starts with a block (18, 12, or 13) connected to a block (11, 12, or 13) via a bidirectional arrow. These are then connected to blocks 14 and 15 via single arrows. Block 15 is connected to a vertical line labeled 17 via a bidirectional arrow. Block 17 is connected to a block labeled 16 via a bidirectional arrow. The entire dashed box 20 is labeled with a wavy line pointing to it.

【図 2】

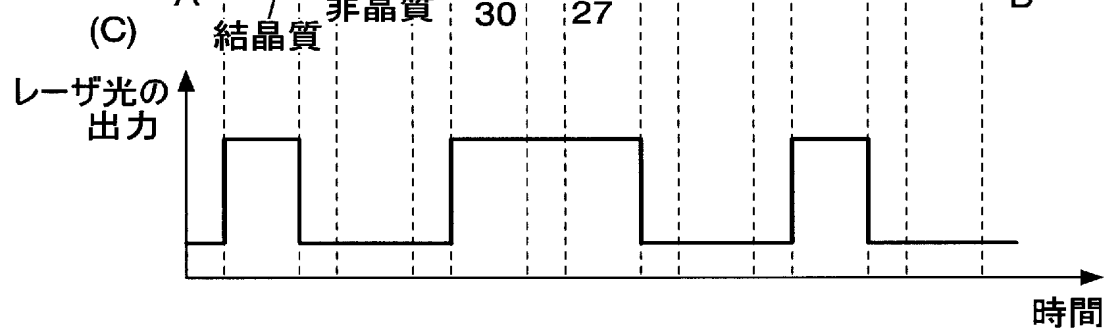
(A)



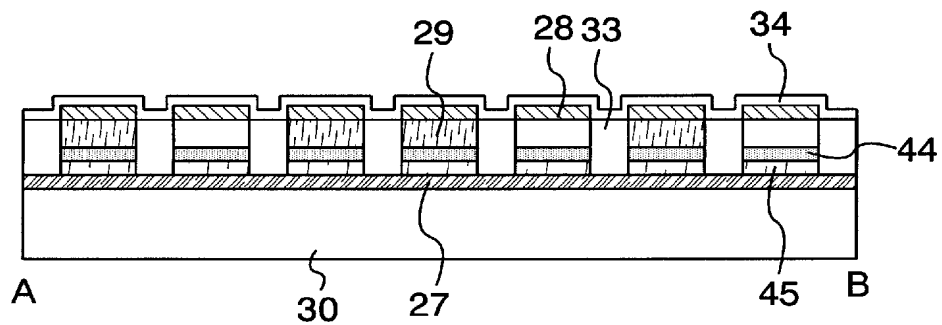
(B)



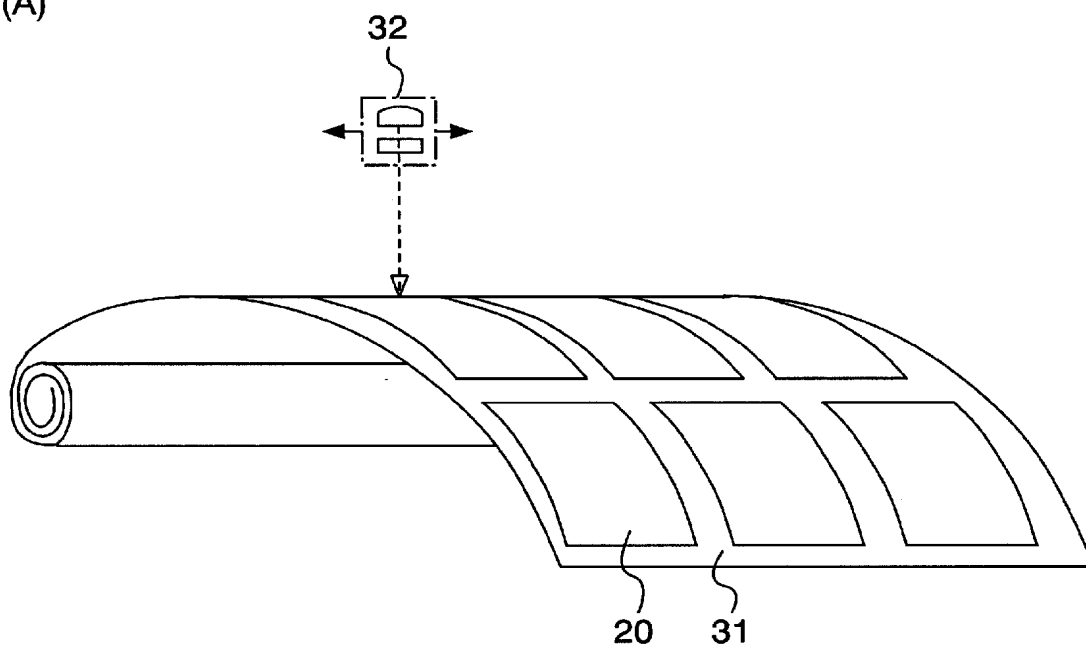
(C)



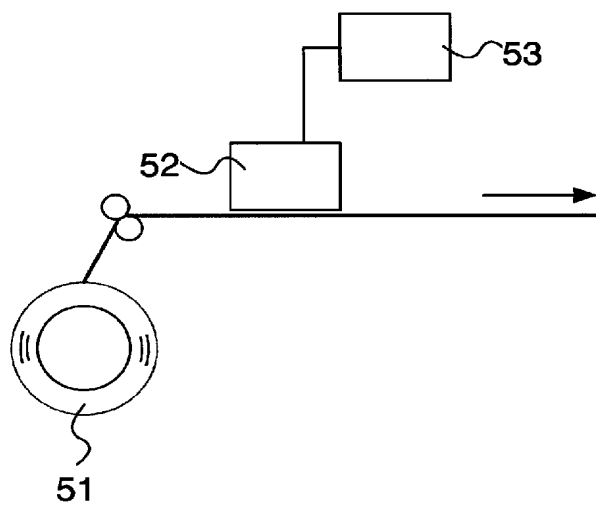
(D)

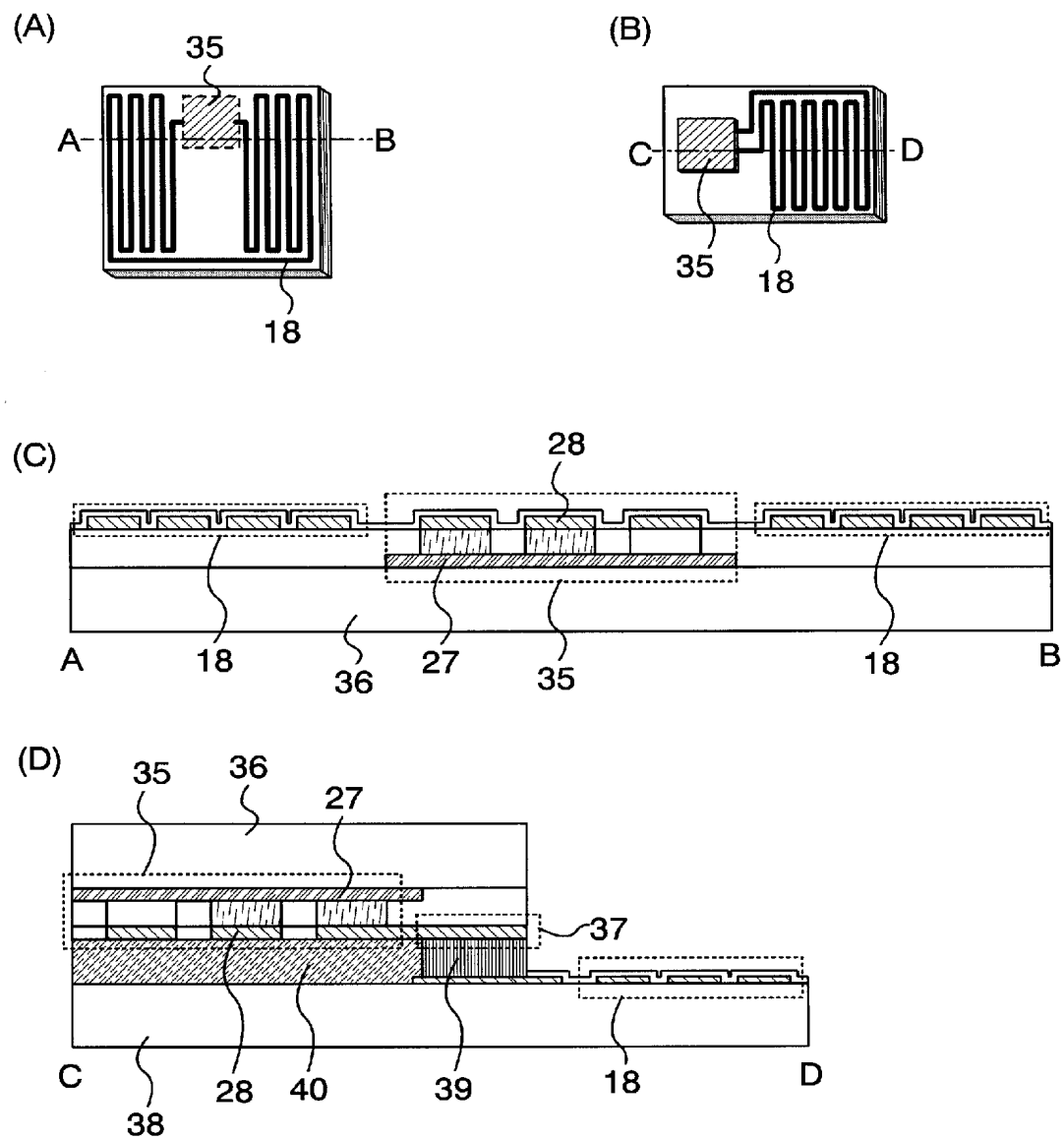


(A)

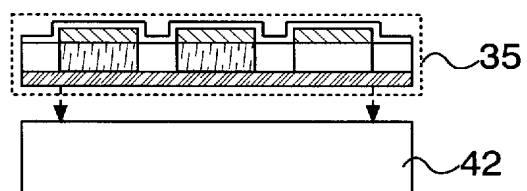


(B)

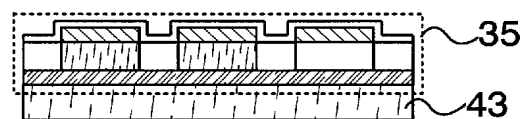




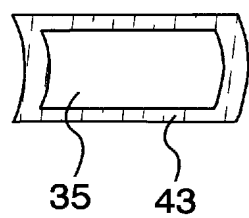
(A) 剥離



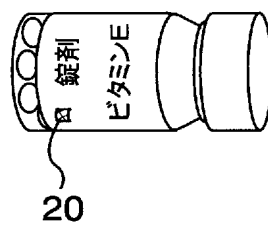
(B) 貼り付け



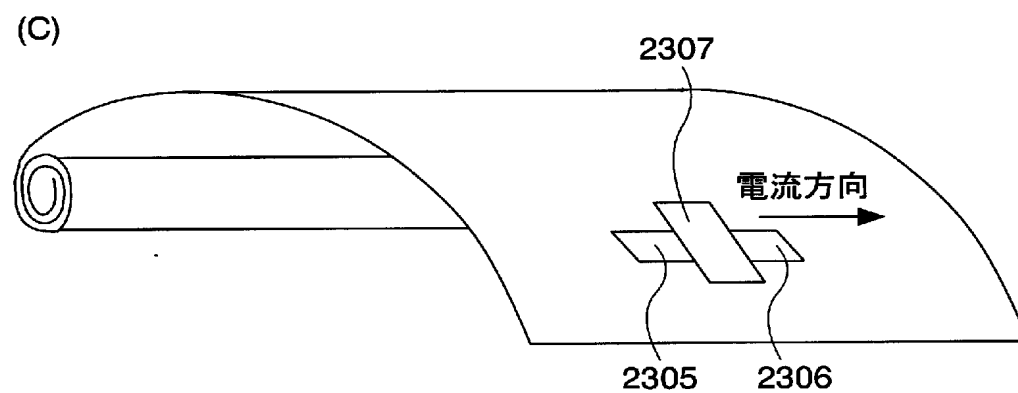
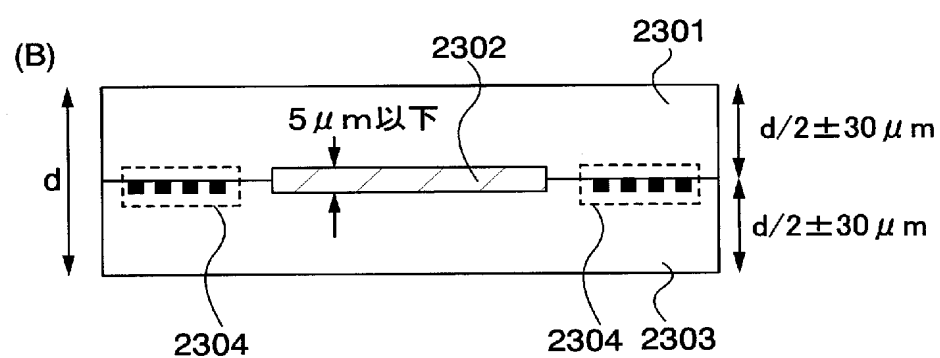
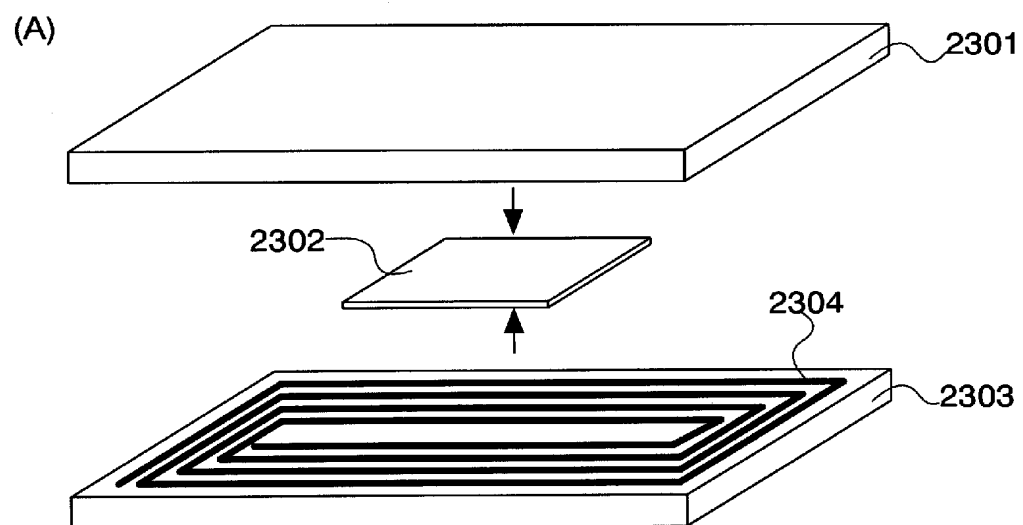
(C)



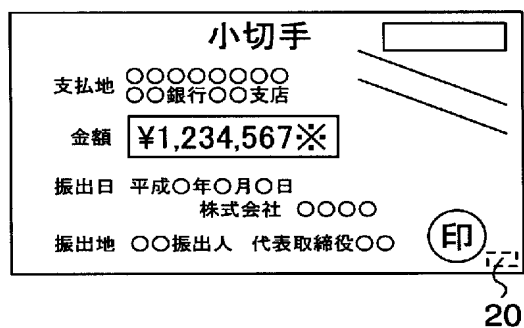
(D)



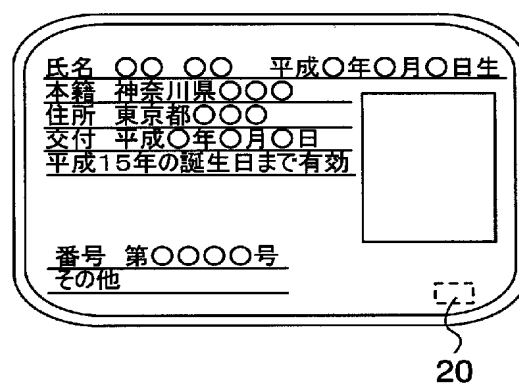
【図 6】



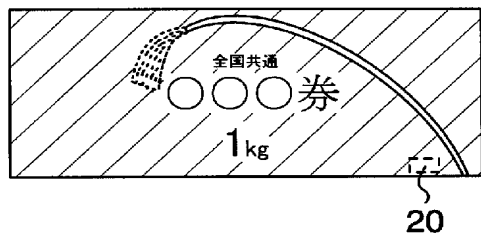
(A)



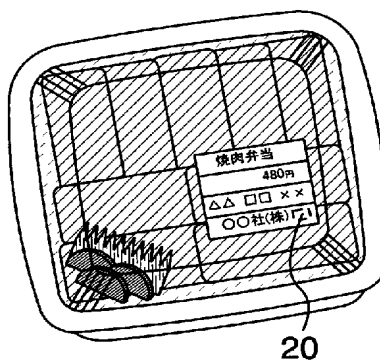
(B)



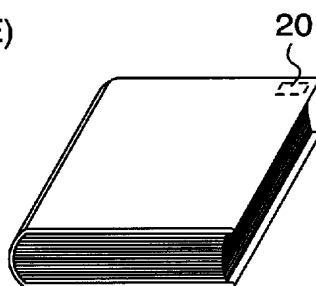
(C)



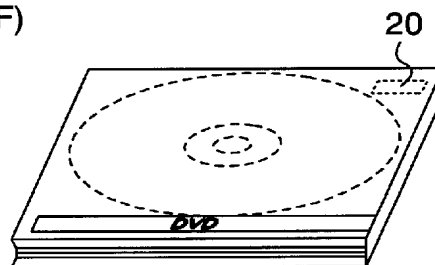
(D)



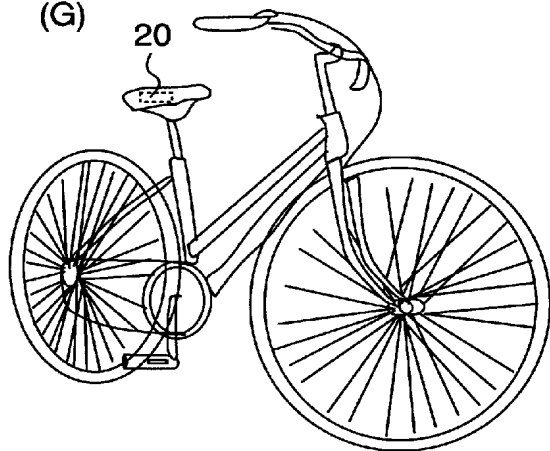
(E)



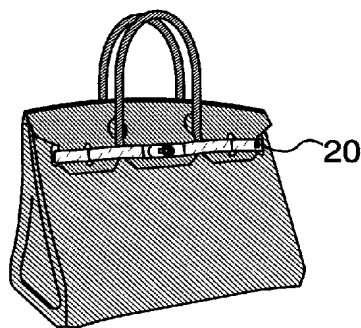
(F)



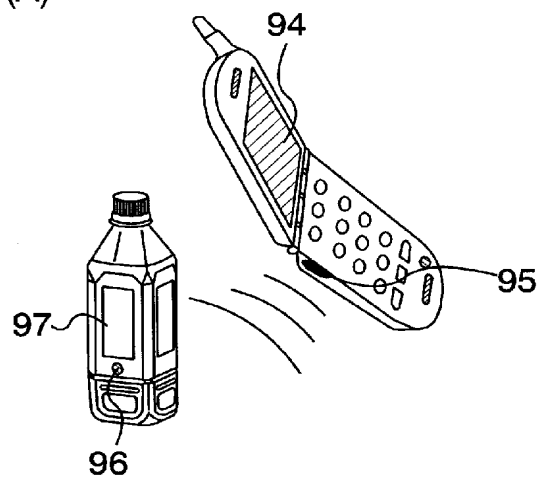
(G)



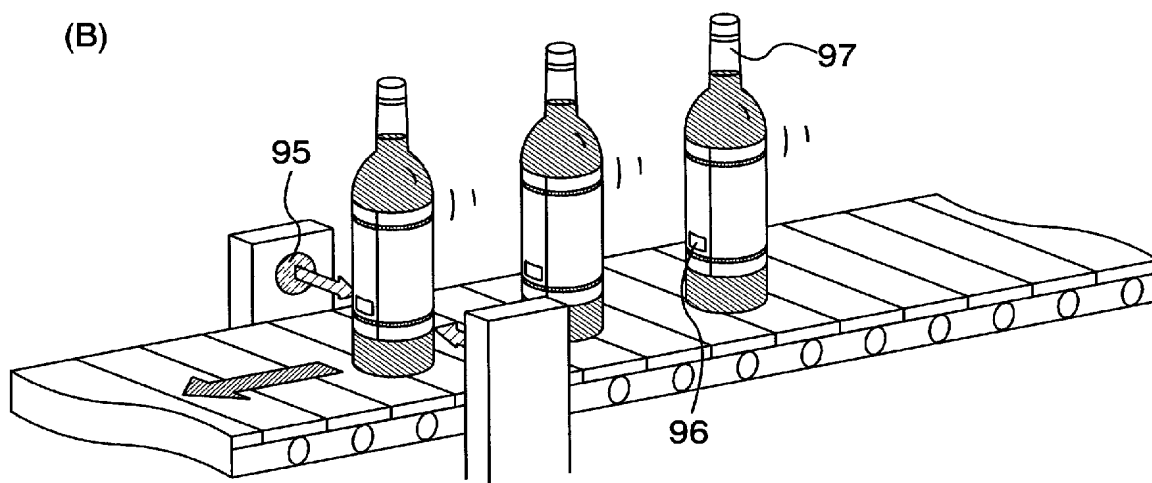
(H)

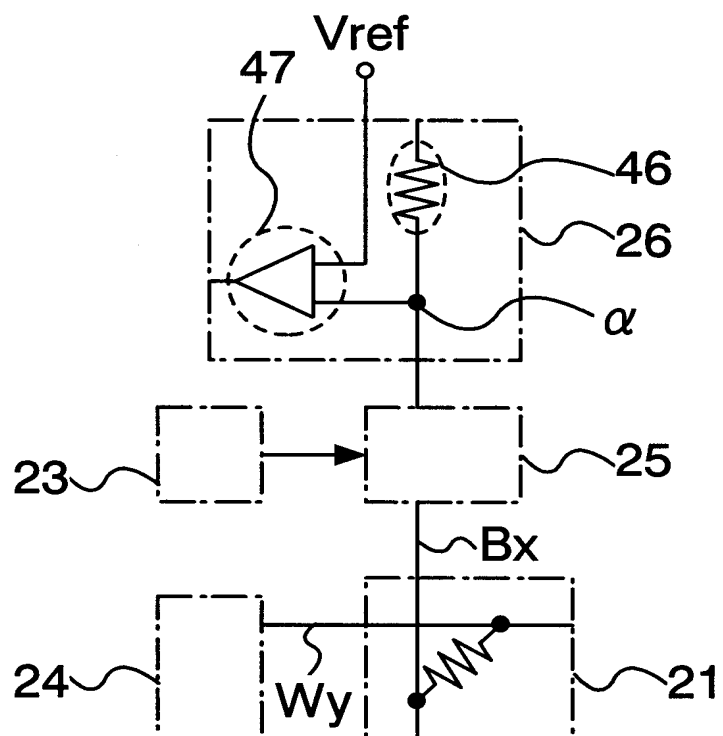


(A)



(B)





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、単純な構造のメモリを含む半導体装置を提供して、安価な半導体装置及びその駆動方法の提供を課題とする。

【解決手段】 本発明の半導体装置は、複数のメモリセルを含むメモリセルアレイを有する相変化メモリと、相変化メモリを制御する制御回路と、アンテナとを有し、メモリセルアレイは第１の方向に延在するビット線と第１の方向と垂直な第２の方向に延在するワード線とを複数有し、複数のメモリセルの各々はビット線とワード線の間に設けられた相変化層を有することを特徴とする。上記構成を有する半導体装置において、ビット線を構成する導電層と、ワード線を構成する導電層の一方又は両方は透光性を有することを特徴とする。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 1 5 3 8 7 8

19900817

新規登録

神奈川県厚木市長谷3 9 8番地

株式会社半導体エネルギー研究所